

阪神大震災の水槽天井板破損モードの再現実験

阪神大震災の被害はあらゆる構造物に及んでいる。水道関係において浄水場、配水管など水道管理者が責任を持つ施設の被害が注目を浴びているが、ユーザーが責任を持つ給水管から蛇口までの水道設備の被害も甚大なるものがあった。被災地を歩いて見ると、建物屋上、地面や地下室に設置された水槽が傾いたり、転倒したり、破裂している所を数多く見かけた。この水槽の被害が建物の機能を大きく損なった例が、病院について報告されている。一方、水槽が健全であったため、断水しても急場の水を確保することができたとの話も聞いた。このように、水槽に耐震性を持たせることは、地震災害時の生活維持の観点から極めて重要なことである。地震時の水槽の被害については、1978年6月の宮城県沖地震で数多く発生した。このときの被害は側壁剛性の不足、水槽固定ボルトの不足等に起因するものが多かった。その後の技術開発により水槽側壁の剛性が向上するとともに、耐震設計基準も強化された。その後の地震においても水槽の被害が見られたが、基準改正前の古いタイプ的水槽におけるものであり、予想された被害形状であった。今回の阪神大震災では、古いタイプの水槽に被害が生じたのは言うまでもな

いが、新しい基準で設計された水槽にも被害が発生した。それは、従来見られた側壁の被害ではなく、写真1に示すような天井板が抜ける被害であった。この被害は震動が強かった神戸近辺だけでなく、大阪府の海沿い和歌山県境近くでも起こっていた。これから類推するに、震度7地域の水槽天井被害は地震の主要動で起こった水面の揺れによるもので、震度5とか4の地域で起こった水槽天井被害は主要動の後に来た表面波に対する水面の共振現象である。これら水面の揺れはスロッシングと言われ、1964年新潟地震の石油タンクの火災の原因と考えられている。

この阪神大震災で起こった水槽の天井被害を再現すべく、振動台実験を行った。実験に用いた水槽は強化プラスチックのパネルで組み立てられた長さ6m、幅4m、高さ2.5mの長方形をしたものである。水位は、阪神大震災が起こった時刻が朝5時46分と早かったため、ほぼ満水とされる2.3mに設定した。この水槽の長さ6m方向の1次スロッシング振動数は0.32Hz、幅4m方向は0.42Hzであった。阪神大震災の水槽天井被害は4隅に集中した。このため、実験装置が水平1方向の振動台であるのを考え、加振

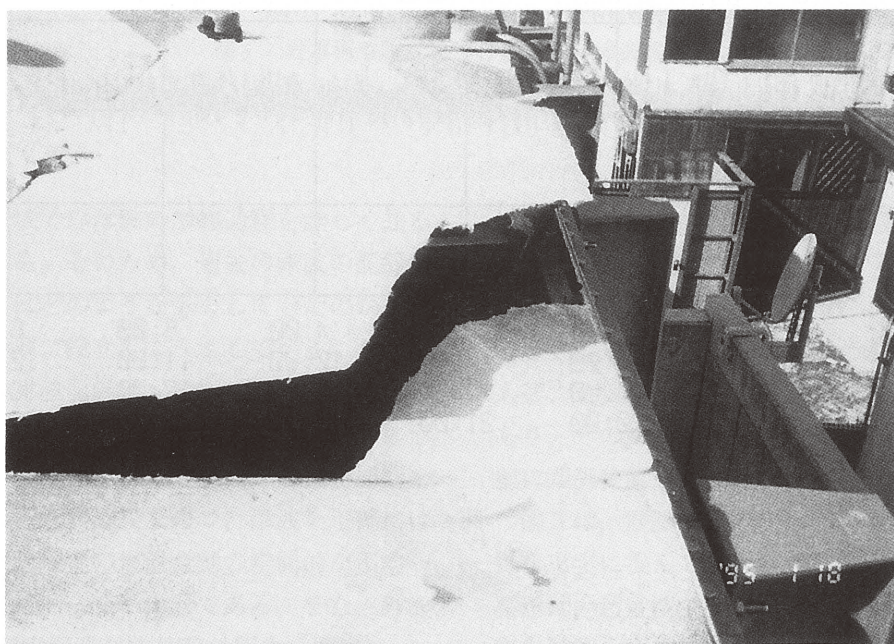


写真1 阪神大震災の被害例

方向に対し、斜めに水槽を設置した。

加振に用いた強震記録は3/4程度の強さにした神戸海洋気象台NS成分、関西国際空港で記録された地震波の時間軸を1/2にしたもの、長さ6m方向の1次スロッシング振動数0.32Hzで片振幅15cmの正弦波の3種を用いた。結果として、神戸海洋気象台NS成分では破損はどこにも発生せず、関西国際空港の記録の加振で写真2の亀裂が天井の一部に生じた。0.32Hzの正弦波の加振で波の山が6つ入ったところで、写真3に示すように天井板が抜け、水が大きく飛び散った。天井が抜けた位置は隅部であり、阪神大震災の水槽被害の位置と対応するものである。なお、この一連の実験で測定された天井に作用する衝撃圧は最大0.5Kg/cm²以上であった。また、スロッシングの波高速度は5m/secを越えた。

水槽の天井板が破れても水槽の中の水は、一部飛び散るものの、確保され水槽の機能は維持される。



写真2 関西国際空港強震記録加振（時間軸縮小）で生じた天井亀裂

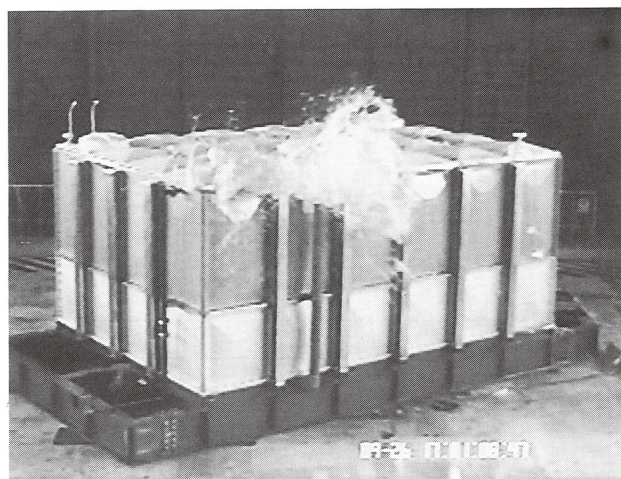


写真3 0.32Hz正弦波（振幅15cm）加振したときの水槽天井板破損

今後、この種の破損パターンをどのように見るかは、ユーザーの判断によるものと思われる。神戸の病院等で水槽破損水による2次被害を発生させたのは、屋上水槽固定ボルトが破断し、滑り、接続パイプが切断されたもので、今回実験の対象としたものとは異なる被害パターンである。

強震記録については関西国際空港株式会社から提供していただいた。深く感謝する次第である。本実験は横浜国立大学教授 柴田碧先生の助言をもとに実施したものである。

（流動研究官 箕輪親宏）

第9回雪氷防災研究連絡会・ 第20回雪氷防災研究会開催

雪氷防災研究連絡会は第9回、雪氷防災研究会は第20回をそれぞれ迎え、去る12月13日（水）岐阜県との共催により、ひだホテルプラザにおいて開催されました。

当日午前に行われた雪氷防災研究連絡会においては、19の機関から、現在それぞれが行っている雪氷防災研究の概要の紹介があり、午後に開催された雪氷防災研究会においては、「飛騨の雪」と題して、石坂雅秋 富山市科学文化センター主任学芸員、「雪形と雪氷学の接点」と題して、遠藤八十一農林水産省森林総合研究所十日町試験地主任、「雪を活用した地域の活性化」と題して、松井靖典 岐阜県古城郡河合村村長、「雪と地震に強い住宅造り」と題して、深沢大輔 豊田工業高等専門学校建築学科教授、「新しい雪国を目指して」と題して、中村秀臣 防災科学技術研究所 長岡雪氷防災実験研究所長の講演がそれぞれ行われました。

関係行政機関の方々をはじめ地方公共団体等の防災担当者等が参加し、当日会場には85名の聴講者が集まる盛会となりました。

